Maladies et Grands Syndromes - Trouble de la réfraction (287)

Professeur Bernard Ridings – Docteur Olivier Forzano

Mai 2005

1. Introduction

L'œil est l'organe récepteur de la vision. Toutes ses structures sont destinées à favoriser la formation des images sur la rétine placée en quelque sorte au-devant des prolongements du cerveau que sont les nerfs optiques (deuxième paire des nerfs crâniens). Par l'intermédiaire de ces derniers et des relais intracérébraux les impressions lumineuses sont transmises aux centres corticaux de la vision. Lorsque le système optique oculaire ne présente pas d'aberration on le qualifie de système emmétrope (mot à mot : « œil dans la mesure »), alors que lorsqu'il existe un problème réfractif on le dit amétrope (« œil qui n'a pas la mesure »).

2. Définitions et rappels :

Tout examen oculaire débute par l'étude de la réfraction avec la mesure de l'acuité visuelle. En effet, la mesure de l'acuité visuelle, et de divers paramètres de la vision, ne prend tout son sens qu'après la correction du facteur optique qui permet à l'image fixée de se faire sur la rétine. Cette mise au point est conditionnée par la puissance optique du dioptre cornéen et de la lentille cristallinienne, par la longueur du globe et accessoirement la profondeur de la chambre antérieure.
L'ophtalmologiste doit connaître les anomalies de la réfraction et leur correction.

2.1. Evolution de la réfraction chez l'enfant

L'œil au cours de la croissance va se modifier pour permettre la perception rétinienne d'images nettes. Cette modification va dépendre de la longueur axiale, du pouvoir réfringent de la cornée et du pouvoir réfringent du cristallin. La réfraction va dépendre de l'évolution de ces trois éléments dont la variation va aboutir à la réfraction finale et déterminer le degré d'amétropie. Ces modifications physiologiques, très importantes chez l'enfant, vont évoluer de façon très rapide de la naissance à l'âge de 3 ans et bien plus progressivement à partir de cet âge.

2.1.1. De la naissance à l'âge de 3 ans

2.1.1.1. La longueur axiale

mesurée par la biométrie donnée par échographie est réduite à la naissance: en effet on note une longueur axiale de 15 mm chez le prématuré, de 16,5-18 mm chez le nouveau-né, de 18,5 mm chez le nourrisson de 6 mois, de 22,5 à 23 mm chez l'enfant de 3 ans. Ces dernières mesures sont proches de celle de l'adulte qui atteint 24 mm vers l'âge de 13 ans. Cette longueur axiale augmente sur une période beaucoup plus longue par opposition à l'évolution du pouvoir réfringent de la cornée et du cristallin qui est rapidement stable à la fin de la première année. Il est important de signaler qu'une différence de 1 mm de longueur axiale induit environ 2 à 4 dioptries d'amétropie en plus ou en moins.

2.1.1.2. Le pouvoir réfringent de la cornée

chez le prématuré est de 49 à 51 dioptries, de 47 à 47,5 dioptries chez le nouveau-né, de 41 à 43 dioptries chez l'adulte. En effet, du fait de son allongement, la cornée va devenir moins sphérique, son rayon de courbure passe de 6.6 mm à la naissance à 7 mm à l'âge de 1 an, ce qui diminue sa puissance d'environ 5 à 5,5 dioptries, ceci par augmentation du rayon de courbure de la cornée très tôt dans le développement.

2.1.1.3. Le pouvoir réfringent du cristallin

est de 38 à 42 dioptries chez le nouveau-né et 18,5 à 22 dioptries chez l'adulte. En effet, le cristallin presque sphérique à la naissance a un pouvoir réfractif important. Il s'aplatit la première année par augmentation du rayon de courbure du cristallin, ce qui diminue également sa puissance.
Ces différentes modifications concourent toutes à l'acquisition de l'emmétropie appelé "effet emmétropisant". Selon Delmarcelle, l'emmétropie est issue d'un rapport harmonieux développé après la naissance entre la longueur axiale et le pouvoir de réfraction de la cornée et du cristallin. En effet, on note une diminution de la puissance de convergence de la cornée et du cristallin par opposition à l'augmentation de la longueur axiale du globe oculaire: le fait que l'oeil soit trop court est compensé par un fort pouvoir réfringent du cristallin et de la cornée (environ 24 dioptries de plus que celui de l'adulte). Les facteurs responsables de l'emmétropisation sont inconnus. Chez l'homme, ce processus s'exerce principalement la première année de vie et modérément les deux années suivantes. On peut comprendre que lors de ces modifications réfractives dans l'ensemble harmonieuse, il se produise parfois quelques erreurs à l'origine de l'hypermétropie, de la myopie ou de l'astigmatisme témoignant d'un défaut du processus d'emmétropisation.

2.1.2. Après l'âge de 3 ans :

Les modifications relatives de ces paramètres interdépendants vont se poursuivre à un rythme beaucoup plus lent : toute anomalie dans l'évolution se traduira par une amétropie de degré plus ou moins élevée dans la genèse de laquelle il est souvent difficile d'incriminer un facteur oculaire particulier. La répartition des amétropies se fait selon une courbe de Gauss : à la fin de la croissance : la courbe montrant une grande majorité d'emmétropie, prend un aspect symétrique pour les hypermétropies et les myopies lorsqu'on a éliminé la myopie maladie.

2.2. Mesure de l'acuité visuelle

La mesure de l'acuité visuelle est la première étape de l'examen ophtalmologique. Elle a un intérêt diagnostique et thérapeutique.

2.2.1. Vision de loin

2.2.1.1. Méthodes :

Parmi les méthodes de mesures les échelles à progression logarithmique sont meilleures mais pas encore répandues sur le marché. Lissac en commercialise une.
En effet, l'écart entre les cônes entraîne une acuité visuelle maximum de 30 secondes d'arc soit une acuité visuelle théorique maximum de 20/10. Néanmoins, le seuil d'acuité visuelle considéré comme normal est (double acuité visuelle théorique) de 1 minute d'arc soit 10/10. Le type de la progression montre qu'il faut éviter le chevauchement des populations, (l'écart type doit être en proportion constante de la moyenne (loi de Weber)) et pour cela demande une progression logarithmique.

L'échelle décimale (dite échelle de Monoyer) ne remplit pas ces conditions. Cela a plusieurs conséquences:

- une superposition possible entre les différents niveaux de mesure dans les fortes valeurs d'acuité visuelle. Ainsi, l'écart entre 8, 9 et 10/10 est extrêmement faible et probablement sans valeur significative;
- Avec l'échelle logarythmique, il y a le même écart entre 10/10 et 5/10 qu'entre 1/10 et 2/10. On voit alors l'importance d'une mesure précise de l'acuité visuelle dans les basses acuités pour évaluer le début de l'efficacité du traitement de l'amblyopie notamment.
- une surestimation des progrès dans les hautes acuités visuelles et une sous-estimation dans les basses acuités visuelles. Pour qu'une échelle suive une progression physiologique, chaque intervalle entre deux valeurs contiguës mesurées en acuité visuelle logarithmique doit être égal.

2.2.1.2. Mesure de l'acuité visuelle

Les échelles groupées sont différentes des échelles séparées : l'acuité visuelle groupée est inférieure à l'acuité visuelle séparée.
Les projecteurs de test mesurent souvent des acuités visuelles séparées, en particulier pour les valeurs les plus élevées. Il faut laisser la plaque entièrement éclairée sans individualiser chaque lettre et faire lire ligne après ligne. Pour les échelles papiers, on doit veiller à la distance entre les lettres et entre les lignes. En effet, souvent la distance entre les lignes est constante alors que celle-ci doit être fonction de la taille des optotypes de la ligne supérieure et de la ligne inférieure.
Une échelle idéale de mesure de l'acuité visuelle devrait être :

- acuité atteignant 20/10;
- à progression logarithmique;
- acuité visuelle groupée
- distance entre les lignes fonction des optotypes.

On devra également veiller à la distance de lecture, ainsi qu'à l'éclairage.
Pour les tables de concordance, la concordance entre l'acuité visuelle exprimée avec l'échelle de Monoyer et celle exprimée en logarithme est simple à obtenir avec une calculatrice de bureau (Logarithme de la valeur décimale mesurée, 5/10 =0,5 => Log (0,5) =- 0,3).

2.2.2. Vision de près

2.2.2.1. Méthodes :

La table utilisée en France est l'échelle de Parinaud.

- Parinaud 2 correspond à 10/10 soit à 2 x 25 = 50 cm
- Parinaud 4 correspond à 10/10 soit à 4x 25 cm = 1 m
- Parinaud 1,5 correspond à 10/10 à 1.5 x 25 cm = 37 cm.

2.2.2.2. mesure de l'acuité visuelle

La distance de lecture des tables d'acuité visuelle de près est, en général, fixée à 33cm. Cette distance correspond à la distance de lecture d'un jeune presbyte. L'expérience montre que la distance de lecture moyenne chez les enfants est d'environ 18 cm et même pour certains enfants plus faible encore. Cette distance de lecture est nettement inférieure à la distance préconisée.

Ce fait entraîne un grossissement de chaque optotype de façon significative. Il s'agit d'une surestimation significative qui nécessite un contrôle de la distance de lecture ou une mesure de la distance de lecture et une correction de la valeur affichée en valeur réelle. Ce fait peut expliquer la différence qui est parfois notée entre l'acuité visuelle de loin et l'acuité visuelle de près
La mesure de l'acuité visuelle nécessite une attention particulière des conditions de mesure (veiller à la distance de lecture), et des échelles (conversion en données logarithmiques). Il est important de respecter exactement les conditions de mesure de l'acuité visuelle car les chiffres obtenus sont la base des modalités thérapeutiques.

2.3. Evaluation de la réfraction

La réfraction devra être déterminée très exactement par skiascopie après cycloplégie complète.

2.3.1. cycloplégie :

2.3.1.1. Méthode :

La paralysie du muscle ciliaire par un collyre parasympathicolytique anticholinergique empêche l'œil d'accommoder et permet une mesure objective de l'amétropie de base. Elle est indispensable jusqu'à l'âge de 50 à 55 ans et donc a fortiori chez les enfants. Deux collyres sont habituellement utilisés : l'atropine, et le skiacol en association facultative avec de la néosynéphrine et du mydriaticum (tropicamide à 0.50%).

l'**Atropine** : existe sous plusieurs formes, la prescription étant fonction de l'âge en instillations 2 fois par jour entre 4 et 8 jours selon les auteurs. L'examen est indépendant de la 1ere consultation ce qui fait que l'enfant peut être plus calme et plus coopérant. La correction à cause de la paralysie de l'accommodation peut être mieux tolérée par l'enfant surtout lorsque c'est la première fois que l'enfant porte la correction optique totale.
Les limites sont représentées par l'âge car il ne faut pas prescrire d'atropine avant l'âge d'un an, à une rare résistance à l'atropine, à des phénomènes d'allergie qui ne sont par rares mais qui peuvent être confondus avec les effets secondaires d'un dosage trop fort pour l'âge. Bien que cela survienne rarement, il faut toujours prévenir les parents, lorsqu'on utilise l'atropine, de la survenue éventuelle de certains effets secondaires comme des sueurs, rougeurs, palpitations et du danger majeur que représente l'ingurgitation de ce collyre. L'effet perdure pendant au moins huit jours après la dernière instillation, ce qui peut gêner la scolarité.

le **Skiacol** (cyclopentolate).
Méthode: la prescription consiste à instiller 3 gouttes de skiacol à 5 min intervalle avec un examen entre la 45^{eme} et la 60^{eme} minute. L'horaire doit être respecté scrupuleusement.
L'examen donne la valeur de la réfraction immédiatement lors de la consultation et l'enfant n'est pas gêné dans la semaine qui suit. En effet, l'action perdure entre 4 et 8 heures selon la sensibilité du sujet, ce qui gène moins la scolarité.
Les limites sont représentées par l'épilepsie, l'IMC, les risques cérébraux, et la résistance au skiacol notamment chez les mélanodermes.
Le cyclopentolate, ne donne pas une cycloplégie aussi parfaite que l'atropine, (différence moyenne de 0.50 dioptries). Nous y associons, 20 minutes avant l'examen, une goutte de néosynéphrine, afin de parfaire la cycloplégie.

le **Tropicamide à 0.50% (mydriaticum**).

2.3.1.2. Indications :

Ces cycloplégiques sont utilisés en fonction de l'âge et de la présence ou non d'un strabisme.

- avant 6 mois, on utilise le collyre à base de tropicamide à 0,5 %.
- à partir de 6 mois on pourra utiliser soit du cyclopentolate s'il n'existe pas de troubles neurologiques soit de l'atropine à 0.3%.
- de 7 mois à 2 ans : on pourra utiliser soit du cyclopentolate, soit de l'atropine employée sous plusieurs dosages qui doivent être prescrits en fonction de l'âge: le dosage sera à 0.3% avant l'âge d'un an, à 0.5% de 2 à 6 ans et à partir de 6 ans à 1%.

2.3.1.3. Remarques :

- Il n'y a pas de cycloplégique idéal, il reste à trouver. Quelque soit le cycloplégique utilisé il faut en respecter le mode d'emploi.
- le nombre de cycloplégies est important à respecter : 3 fois par an la 1ère année puis, 2 fois par an jusqu'à 6 ans puis 1 fois par an. Il faudra également faire une cycloplégie en cas de changement de verres et 2 à 3 mois après la chirurgie
- la cycloplégie permet également de vérifier le FO et de pratiquer la skiascopie.

2.3.2. La skiascopie :

2.3.2.1. Méthode :

Elle permet d'évaluer la réfraction et est effectuée soit à l'aide d'un skiascope électrique soit avec un réfractomètre objectif automatique.

2.3.2.2. Indications :

- Entre 10 et 18 mois, la skiascopie reste un examen difficile en particulier pour évaluer l'astigmatisme. Jusqu'à l'âge de 18 mois, on ne peut toujours pas se servir d'un réfractomètre (âge idéal 18-24 mois), la skiascopie électrique avec les verres de la boîte d'essai reste l'examen de choix. Les meilleures conditions chez le tout petit, sont réalisées après le biberon profitant ainsi du calme post-prandial, l'enfant étant installé sur les genoux de sa mère. La skiascopie reste un examen difficile et il est important de bien respecter la distance ophtalmologiste-sujet.
- Entre 18 mois et 2 ans, la skiascopie peut être pratiquée à l'aide d'un réfractomètre automatique objectif. Les enfants sont suffisamment âgés pour coopérer et permettre une mesure fiable, 6 à 10 mesures sont faites à chaque examen et une valeur moyenne est déterminée. Le réfractomètre objectif nous parait être l'appareil adéquat il permet l'obtention rapide de la valeur de la réfraction (tir en rafale), il possède un coefficient de fiabilité (de 5 a 9, permettant l'appréciation de la coopération de l'enfant), il donne la mesure de la réfraction totale.

3. Physiologie et physiopathologie :

3.1. Physiologie de la vision :

3.1.1. L'œil :

C'est un système optique centré. A son niveau, deux notions fondamentales interviennent dans l'optique physiologique : la réfraction et la transparence. En effet le système optique de l'œil est un système de surfaces sphériques coaxiales, tel qu'un rayon de lumière pénétrant l'œil est

réfracté par la cornée, traverse la chambre antérieure, est réfracté par le cristallin, et focalisé sur la rétine.
La longueur de l'œil est un des éléments déterminant si le foyer est situé sur, en avant, ou en arrière de la rétine. La réfraction d'un faisceau lumineux pénétrant dans l'œil se fait principalement au niveau de la surface cornéenne antérieure et au niveau du cristallin. En effet la différence des indices de réfraction entre l'air et la cornée confère (dans l'œil adulte) à cette dernière un important pouvoir de réfraction de l'ordre de 40 à 45 dioptries, et au niveau du cristallin le pouvoir de réfraction oscille, selon les variations des rayons de courbure antérieur et postérieur, entre 12 et 22 dioptries. Toutefois l'œil formant un système homocentrique, il peut être assimilé sans erreur notable à une seule surface de réfraction : **l'œil réduit de Donders d'une puissance totale d'environ 60 dioptries.**

Ainsi l'image d'un objet situé à l'infini (en pratique au delà de 5 mètres) donnée par ce système dioptrique convergent est réduite et inversée. Elle est à nouveau inversée dans le cortex cérébral.

Ce système optique de l'œil doit être ajusté, afin qu'une image rapprochée soit focalisée sur la rétine : l'augmentation du pouvoir de convergence se fait par le mécanisme d'accommodation.

L'accommodation, dépend des rayons de courbure antérieur et postérieur du cristallin. En effet le cristallin est suspendu par l'intermédiaire des fibres zonulaires au corps ciliaire. A l'état de repos, vision de loin, les muscles ciliaires relâchés, il y a mise en tension de la zonule et donc traction du sac cristallinien entraînant la réduction de son diamètre antéropostérieur (et donc de sa puissance de convergence) permettant, chez l'emmétrope, une vision nette d'un objet situé à l'infini sans aucun effort accommodatif. Lorsqu'un objet est rapproché du globe oculaire, il est nécessaire afin qu'il soit vu de façon nette, d'augmenter la puissance réfractive du système optique oculaire. Pour cela il y a contraction des muscles ciliaires, ce qui a pour effet de relâcher la zonule et donc d'augmenter les rayons de courbure du cristallin et par la même sa puissance réfractive, permettant la vision nette de prés. La notion d'accommodation nous emmène à introduire deux concepts : le ponctum proximum (PP) et le ponctum remotum (PR).

On appelle **ponctum proximum**, le point le plus rapproché de l'œil qui peut être vu net en accommodant au maximum ; le **ponctum remotum** est le point le plus éloigné que l'œil peut voir nettement sans accommodation. Pour l'emmétrope, c'est à dire un œil sans défaut optique, le PP est à environ 7 à 10 cm et le PR à l'infini.

Parler de physiologie de la vision implique d'aborder immanquablement la physiopathologie avec ses troubles réfractifs statiques et dynamiques. Les troubles statiques sont au nombre de trois : la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme, quant au trouble dynamique un seul est véritablement individualisé ; la presbytie.

L'œil myope a un PR à une distance finie et un PP proche de l'œil (d'autant plus que la myopie est forte), l'hypermétrope lui possède un PR virtuel en arrière de l'œil et un PP plus loin que celui d'un emmétrope et à fortiori du myope. Myopie et hypermétropie sont des troubles réfractifs sphériques (ils sont corrigés par des sphères divergentes (-) et convergentes (+)) à la différence de l'astigmatisme qui lui est un trouble cylindrique (corrigé par des cylindres de puissance positive ou négative) c'est-à-dire que l'image d'un point n'est pas ponctuelle. La presbytie, amétropie dynamique, est constituée par un trouble de la vision de prés à 33 cm, c'est à dire que le PP s'éloigne de l'œil pour finir par rejoindre, aux alentours de 65 ans, le PR.

Enfin il faut parler de la réception de l'image au niveau rétinien. En effet la rétine supérieure recevra les images provenant de l'hémichamp inférieur, la rétine inférieure celles de

l'hémichamp supérieur, la rétine temporale celles de l'hémichamp nasal et la rétine nasale les images de l'hémichamp temporal.

4. Formes cliniques :

Avant d'aborder les différentes formes cliniques il convient de distinguer les amétropies dites statiques dans lesquelles l'accommodation n'entre pas en jeu de la presbytie, amétropie dynamique due à un défaut acquis de l'accommodation, de même que l'aphaquie ou la pseudophaquie.
Les amétropies statiques sont divisées en deux groupes, celui des amétropies statiques sphériques dans lesquelles nous retrouvons la myopie et l'hypermétropie, et celui des amétropies statiques non sphériques (astigmatisme).
Les amétropies statiques sphériques sont des amétropies de révolution autour de l'axe optique. Il existe une classification optique de ces amétropies qui se base sur les trois paramètres de la réfraction de l'œil à savoir : la longueur axiale, la courbure et l'indice. Ainsi nous aurons pour chaque amétropie statique sphérique des amétropies axiles, de courbure et d'indice.

4.1. Myopie :

C'est une amétropie statique sphérique.
La myopie est une amétropie dans laquelle les rayons lumineux parallèles venant de l'infini se croisent dans un plan focal image, situé en avant de la rétine. Ainsi, l'image d'un point situé à l'infini n'est donc pas ponctuelle (comme dans l'œil emmétrope), mais dessine un cercle de diffusion qui sera d'autant plus grand que la myopie est élevée.
Il existe une classification opto-clinique des myopies qui est :

- Myopie axile :
  - Myopie simple
  - Myopie maladie
- Myopie de courbure :
- Myopie d'indice :

La myopie axile est définie par un axe optique allongé. Cette forme de myopie est de loin la plus fréquente. Selon le degré de la myopie on distingue la myopie axile simple et la myopie axile maladie encore dite maligne. Cette distinction présente un grand intérêt car l'évolution et les risques inhérents à la myopie ne sont pas du tous les mêmes pour ses deux formes. On parle de myopie maladie pour un vice réfractif supérieur ou égal à six dioptries.
La myopie de courbure est définie comme étant une myopie dans laquelle la courbure est augmentée, que ce soit la courbure cornéenne et ou la courbure cristallinienne. Les myopies de courbures permanentes sont rares.

La myopie d'indice est définie comme une myopie dans laquelle l'indice des milieux transparents de l'œil (cornée, humeur aqueuse, cristallin et vitré) est augmenté.en pratique seule se rencontre la myopie d'indice cristallinien, la plus fréquente étant celle de la cataracte nucléaire.

En fait dans la pratique il faudra surtout distinguer la myopie simple, c'est à dire dont le vice réfractif est inférieur à six dioptries et dans laquelle se trouvent certaines myopies axiles, et la totalité des formes pures des myopies de courbure et d'indice, et la myopie maladie (au delà de six dioptries) qui est une myopie axile pour l'essentiel bien qu'une participation des courbures et ou des indices puissent intervenir.
Le ponctum remotum chez le myope est situé à une distance finie, et sera d'autant plus rapproché que la myopie est élevée.

Le ponctum proximum est plus rapproché de l'œil et ceci d'autant plus que la myopie est plus élevée.

4.1.1. Symptomatologies :

La myopie ne provoque qu'un seul symptôme : le sujet voit flou de loin. Cependant souvent, il « plisse les yeux », et ferme un peu les paupières afin de faire son propre «trou sténopéique» ce qui lui permet de faire converger un peu les rayons lumineux pour voir plus net. Cette attitude confère au sujet myope un regard particulier. Le sujet voit net de près, et même de très près. Il deviendra, de ce fait, presbyte plus tard (mais restera myope toute sa vie). La myopie n'occasionnera en principe aucune autre symptomatologie.

La myopie simple, dite bénigne car elle est faible (entre 0 et –6,00 dioptries), est parfois familiale. Elle apparaît souvent à l'adolescence (entre 10 et 15 ans), évolue peu, sur quelques années (jusqu'à 25 ou 30 ans maximum). C'est la myopie presque classique des étudiants.

La myopie maladie dite maligne ou encore myopie forte, est due nous l'avons vu à une longueur axiale de l'œil trop grande (entre dôme cornéen et pôle postérieur de l'œil qui normalement mesure environ 23 mm). Elle est grave, forte (au delà de –6,00 dioptries, jusqu'à -20 dioptries parfois plus). Elle est souvent familiale, pouvant apparaître dans la petite enfance (5 à 10 ans) et rester évolutive longtemps (30, 40 ans…). Elle donne de gros yeux globuleux (buphtalmie) avec un aspect de fausse exophtalmie.

Il existe quatre types de complications qui font toute la gravité et imposent un examen régulier (fond d'œil +++) par l'ophtalmologiste :

Les déchirures rétiniennes périphériques avec décollement de rétine dont le risque est accru chez ces myopes dits « forts ». En effet la rétine périphérique est plus fragile, est donc susceptible des troues ou des déchirures qui feront le lit s'ils ne sont pas traiter de façon préventive par photocoagulation au laser argon, du décollement de rétine rhégmatogène. De façon régulière, il faudra donc examiner la rétine périphérique de ces myopes avec le verre à trois miroirs de Goldmann afin de dépister des lésions de fragilité (givre ou palissades) ou déjà des trous ou des déchirures, afin de pouvoir les traiter de façon préventive par la photocoagulation au laser à l'Argon.

La dégénérescence maculaire :un peu comme la dégénérescence maculaire liée à l'âge, ces myopies fortes présentent souvent une atrophie de la rétine du pôle postérieur (dite la choroïdose myopique) qui est responsable dans certains cas d'une dégradation inexorable de l'acuité visuelle, généralement lente, parfois hâtée de complications hémorragiques (néovaisseaux) sous la rétine maculaire. Ce potentiel évolutif péjoratif fait de la myopie forte une des causes fréquentes de cécité légale (inférieure à 1/20^{e}) dans les pays industrialisés.

Cataracte précoce vers 40 ou 50 ans. A noter que si on opère ces patients, la longueur axiale de l'œil étant plus forte, le calcul de la puissance du cristallin artificiel devra en tenir compte (écho A) afin de mettre un cristallin artificiel de plus faible puissance.

Glaucome secondaire (comme un glaucome chronique à angle ouvert), là aussi vers 40 ou 50 ans de fréquence plus élevée et de suivi plus difficile compte tenue des modifications du nerf optique en relation avec le conus myopique ainsi qu'aux difficultés d'interprétations du champ visuel mais aussi de la pression intra oculaire.

4.2. Hypermétropie :

C'est une amétropie statique sphérique.
L'hypermétropie est une amétropie dans laquelle les rayons lumineux parallèles venant de l'infini se croiseraient dans un plan focal image, situé en arrière de la rétine. Mais la rétine forme un écran et l'image d'un point situé à l'infini n'est donc pas ponctuelle (comme dans l'œil emmétrope), mais dessine un cercle de diffusion, du moins sur l'œil au repos non accommodé.
Tout comme pour la myopie l'hypermétropie peut être classer selon la classification optique en hypermétropie axile, de courbure et d'indice. Pour la classification clinique il existe quelques différences par rapport à la myopie. En effet en clinique l'hypermétropie totale (Ht) se répartit en hypermétropies latente (Hl) et manifeste (Hm) selon la formule :
Ht = Hl + Hm
Chez l'enfant le pouvoir accommodatif étant très élevé la totalité de l'hypermétropie est masqué par l'accommodation, d'ou Ht = Hl.
Chez l'adulte jeune l'hypermétropie se répartit de façon plus ou moins égale entre les deux variétés, d'ou la formule : Hl = Hm = Ht/2.
Après 65 ans toute l'hypermétropie est devenue manifeste. Ainsi la formule sera :
Ht = Hm.
Le ponctum remotum chez l'hypermétrope est virtuel, situé en arrière de la rétine.
Le ponctum proximum est plus éloigné de l'œil, à âge égal, que celui de l'emmétrope et à fortiori du myope et ceci d'autant plus que l'hypermétropie est plus élevée.

4.2.1. Symptomatologie :

De cause est inconnue l'hypermétropie aura une symptomatologie différente selon l'âge de sa révélation et de sa puissance. Cette symptomatologie est plus souvent la conséquence des symptômes de l'hyper accommodation que de la vision floue de près. Ainsi il existe plusieurs formes cliniques selon l'âge et les symptômes.

4.2.2. Formes cliniques selon l'âge :

Hypermétropie du nourrisson et du petit enfant (avant 6 ans) : l'hyper-accommmodation du bébé (qui regarde uniquement de près) va provoquer un strabisme convergent. Ce strabisme convergent est lié au réflexe d'accommodation-convergence. Cette forme clinique illustre parfaitement l'importance de la recherche de la réfraction exacte sous cycloplégiques à l'aide de la skiascopie, ceci d'autant plus que ce strabisme peut guérir totalement par le simple port de lunettes d'hypermétrope (cf cours sur le strabisme de l'enfant).

Hypermétropie de l'enfant ou de l'adulte jeune (de 6 à 45 ans) : dans cette forme il y aura des signes liés à l'accommodation permanente qui sont :

- des céphalées renforcées par la lecture (livre, écrans d'ordinateurs), en barre au niveau du front, à prédominance vespérale (en fin de journée), ou encore orbitaires et bilatérales ;
- une fatigue visuelle avec un cortège de symptômes assez vagues: des yeux rouges, qui piquent, qui pleurent, une pesanteur, des variations dans la vision (tantôt net, tantôt flou), parfois des tics chez l'enfant ;
- une difficulté à la fixation, à la concentration (écrans ordinateurs, lecture attentive ...).

Il faudra savoir la suspecter devant ses petits signes car lorsque l'on fait lire le sujet il aura 10/10^{e} et Parinaud 2 car il accommode et compense donc son amétropie. Il faudra lui faire comprendre la nécessité de porter des lunettes dites de repos pour lire afin de soulager l'accommodation.
Hypermétropie de l'adulte d'âge mûr (après 45 ans) : A cet âge, l'accommodation diminue car le cristallin se rigidifie. L'hypermétrope n'accommode donc plus assez, et va finir par voir flou tout

d'abord pour la lecture, il sera ainsi « presbyte » avant les autres, puis au fur et à mesure de la baisse du pouvoir accommodatif il verra flou de prés comme de loin.

Enfin il faudra se souvenir de deux choses : la première que l'hypermétrope du fait d'une chambre antérieure plus étroite est plus exposé au risque de glaucome aigu par fermeture de l'angle (risque d'autant plus fort qu'il existe en vieillissant un gonflement du cristallin réduisant encore la profondeur de la chambre antérieure), et la deuxième qu'une manière expérimentale de rendre un individu hypermétrope est de lui ôter son cristallin sans faire d'implantation d'un cristallin artificiel et donc de le rendre aphake.

Enfin une forme particulière d'hypermétropie extrême est la nanophtalmie, dans laquelle souvent la meilleure acuité reste basse et qui expose à des complications notamment post chirurgicales.

4.3. Astigmatisme :

C'est une amétropie statique non sphérique.
Un système optique est dit astigmate lorsque l'image d'un point n'est pas ponctuelle.
Alors que chez l'emmétrope, le myope ou l'hypermétrope la cornée centrale est très voisine d'une calotte sphérique, dans l'astigmatisme le rayon de courbure cornéen varie avec le méridien considéré.
Cette amétropie peut s'associer à toutes les autres au contraire des deux amétropies statiques sphériques qui ne peuvent pas être associées l'une à l'autre.
En pratique, un astigmatisme se caractérise à la fois par sa puissance (en dioptrie) et sa direction (en degré d'angle). L'astigmatisme est mesuré objectivement grâce à l'astigmomètre de Javal.
Les moyens correcteurs seront donc orientés selon la direction de l'astigmatisme.

Il existe deux grandes variétés d'astigmatisme :

- l'astigmatisme régulier,
- l'astigmatisme irrégulier.

Dans l'astigmatisme irrégulier la puissance du rayon de courbure cornéen est très variable d'un méridien à un autre. Il est généralement acquis. Il se voit dans les suites d'un traumatisme ou d'une inflammation cornéenne. Une forme particulière en est le kératocône.

C'est une maladie de la cornée qui apparaît à un âge variable mais le plus souvent vers 15-20 ans, volontiers chez les habitants du pourtour méditerranéen (incidence très faible) et qui est une gigantesque déformation conique évolutive de la cornée.

Dans l'astigmatisme régulier la variation des rayons de courbures cornéens est régulière lors du passage d'un méridien donné à son voisin immédiat. Cette variation aboutit ainsi à un méridien de courbure minimale et perpendiculairement à un autre de courbure maximale. Ces deux méridiens sont dits principaux. L'astigmatisme régulier est le plus souvent congénital. On décrit pour les astigmatismes réguliers des formes directes, des formes inverses et des obliques.
L'astigmatisme direct ou conforme à la règle est un astigmatisme dans lequel le rayon de courbure R1 du méridien vertical est plus petit que le rayon R2 du méridien horizontal.

L'astigmatisme inverse ou non conforme à la règle est un astigmatisme dans lequel le rayon de courbure R1 du méridien vertical est plus grand que le rayon R2 du méridien horizontal.

L'astigmatisme oblique : dans ce cas les méridiens principaux, toujours perpendiculaire entre eux, sont situés à 45° et 135° ou voisin de ces chiffres.

Dans un œil astigmate il existe donc deux focales distinctes. Celles ci peuvent être toutes les deux en avant de la rétine on parlera alors d'astigmatisme myopique, ou encore en arrière de la rétine (astigmatisme hypermétropique) ou alors de part et d'autre de la rétine (astigmatisme mixte).

4.3.1. Symptomatologie :

La révélation peut se faire à tout âge, mais plus souvent chez le grand enfant (10 - 12 ans) ou chez l'adulte jeune (20 - 30 ans).
On pourra avoir une vision floue avec quelques particularités, comme la confusion des lettres aussi bien de loin que de près, parfois sources de difficultés scolaires à la lecture ;
Ou plus souvent des signes d'accommodation, comme pour l'hypermétrope, c'est à dire des céphalées renforcée par la lecture (livre, écrans d'ordinateurs), surtout en fin de journée, orbitaire ou frontale, bilatérale ; une fatigue visuelle avec un cortège de symptômes assez vagues (des yeux rouges, qui piquent, qui pleurent, une pesanteur, des variations dans la vision parfois des tics chez l'enfant) ; une difficulté à fixer, à se concentrer (écrans ordinateurs, lecture attentive).

4.4. Presbytie :

C'est une amétropie dynamique, signifiant mot à mot « vue âgée ».
Elle est constituée par un trouble de la vision de prés (à 33 cm) lorsque la diminution progressive avec l'âge du pouvoir d'accommodation entraîne une gène croissante de la vision de prés (phase de presbytie partielle) pour arriver après 65 ans à une perte totale de l'accommodation (phase de presbytie totale).

La presbytie peut être isolée ou associée aux amétropies statiques. En effet elle touche tous les individus et fait partit en quelque sorte du vieillissement physiologique des individus, s'exprimant ici par une difficulté progressive à la vision de prés qui n'est autre que le reflet de la perte physiologique avec l'âge de l'accommodation.
Le ponctum remotum reste inchangé lorsqu'il n'y a pas d'amétropie associée, alors que le ponctum proximum s'éloigne jusqu'à se confondre avec le poncum remotum.

4.4.1. Symptomatologie :

Le début de la presbytie se situe aux alentours de 45 ans.
Dans un premier temps la gêne en vision de prés ne s'exprime que par l'obligation pour le sujet d'éloigner le texte qu'il désire lire. Puis avec l'aggravation de la presbytie la distance de lecture devient trop grande (en pratique la longueur des bras) et le sujet consulte pour une baisse d'acuité visuelle de prés.

5. Traitements :

Pour les amétropies statiques il existe actuellement trois modes de correction :

- les verres de lunettes,
- les lentilles de contact,
- la chirurgie réfractive (laser excimer, LASIK, et pour les fortes myopies implant intra oculaire et chirurgie du cristallin clair).

Pour la presbytie le choix est plus restreint puisque la chirurgie réfractive n'est pas encore au point et les lentilles de contact ne donnant pas toujours entière satisfaction, le moyen le plus sûr reste les verres de lunettes.

5.1. Les amétropies statiques :

5.1.1. La myopie :

Le système optique myope est un système trop convergent sphérique. Il sera donc corriger par un système sphérique divergent, noté en dioptrie négative. Les verres divergents sont des verres concaves. Quelque soit le moyen utilisé (verres de lunettes, lentilles de contact ou encore chirurgie réfractive) le principe restera le même à savoir rendre un système trop convergent moins convergent, le moyen étant d'associer à ce système optique un système divergent adapté, en s'aidant au besoin du système rouge-vert.

5.1.2. L'hypermétropie :

Le système optique hypermétrope est un système pas assez convergent sphérique. Il sera donc corriger par un système sphérique convergent, noté en dioptrie positive. Les verres convergents sont des verres convexes. Quelque soit le moyen utilisé (verres de lunettes, lentilles de contact ou encore chirurgie réfractive) le principe restera le même à savoir rendre un système pas assez convergent plus convergent, le moyen étant d'associer à ce système optique un système convergent adapté, en s'aidant au besoin du système rouge-vert.

5.1.3. L'astigmatisme :

L'astigmatisme sera corrigé par un système optique torique (ou cylindrique), qui sera orienté selon un axe précis. Ce système torique pourra être convergent ou divergent (verres cylindriques positifs ou négatifs), selon le type d'astigmatisme et selon le mode de correction choisi. La plupart du temps il y aura une correction sphéro-cylindrique car l'astigmatisme isolé est finalement rare et est le plus souvent associé. L'ajustement fin sera effectuer en s'aidant du cylindre de Jackson.

Un cas particulier est celui de la correction, qui reste controversée, des myopies très fortes (en pratique supérieure à 10 dioptries) pour lesquelles il existe deux alternatives chirurgicales relativement agressives que sont : la chirurgie du cristallin clair et la mise en place d'implant intra oculaire sur œil phake qui peuvent être de chambre antérieure ou postérieure.

5.2. La presbytie :

C'est un problème qui ne concerne que la vision de prés dans sa forme isolée pure. Le système optique n'étant plus dans ce cas là suffisamment convergent ce trouble sera corrigé par des verres convergents convexes positifs à n'utiliser qu'en vision de prés ; la puissance de cette correction étant fonction de la baisse du pouvoir accommodatif. Habituellement la correction s'échelonne de +1.5 dioptries au début pour finir vers 60-65 ans à +3 dioptries.

6. Evolution et pronostic :

Nous avons vu dans les différents chapitres les évolutions respectives des différentes amétropies. Leur pronostic est globalement bon en dehors des trois cas particuliers de la myopie maladie (risque de décollement de rétine et de dégénérescence maculaire), de la nanophtalmie et du kératocône.